

壁体の移動を考慮した場合の 砕波の波圧の研究

中央大学教授 工学部 工学博士 林 泰 造
中央大学大学院 工学部 服 部 昌 太 郎
同 上 林 憲 吉

まえがき 砕波の実験を筆者等は昭和 31 年度以来行っており¹⁾²⁾³⁾、昨年度においては、砕波の入射する構造物の弾性的な性質を考慮し、構造物の弾性特性に応じた砕波のとり方についての研究を報告した。本報においては昨年度の研究に継続しての理論的な研究を行い、また移動壁体についての実験を行うものである。

記 号

p : 圧力の強さ T_s : 衝撃波の継続時間 g : 重力の加速度
 p_m : 衝撃時の最大圧力 T_0 : 構造物の固有周期 I : 単位面積当りの力積
 t : 時間 ϕ : 衝撃係数

1. 瞬間的な圧力に関する力積破壊の理論

砕波の衝撃的な圧力の継続時間は一般にかなり短いものであることがその特徴の一つである。

圧力の継続時間が十分小（例えば壁体の固有振動周期に対して）であれば、力の効果を生じないはずであるから、砕波の圧力のとり方としては、その継続時間をもあわせて考慮しうるものでなければ、理論的には適当でないと思われる。

瞬間的な圧力による構造物の弾性振動の研究としては、武藤教授によりなされた爆圧の理論的研究⁴⁾⁵⁾がある。この研究において武藤教授は、瞬間的爆圧による構造物の応力または変形は爆圧の圧力でなく、爆圧の力積に比例するものであることを示され、いわゆる力積破壊の理論を提出された。

前報と一部重複するがその概要を示せばつぎのようである：

爆圧（図—1）を次式で近似的に表現する。

$$p = p_m \frac{1}{K} e^{-\frac{4\pi}{T_s} t} \cdot \sin \frac{2\pi}{T_s} t \dots\dots\dots (1)$$

ただし

$$K = e^{-2 \tan^{-1} \frac{1}{2}} \cdot \sin \left(\tan^{-1} \frac{1}{2} \right) \dots\dots\dots (2)$$

(1)式で表わされる爆圧による構造物の変形を計算し、この爆圧による任意の質点系における応力あるいは変形を静的に作用する圧力に換算して説明するために衝撃係数を導入する。衝撃係数とは

$$\text{衝撃係数} = \frac{\text{図—1 の衝撃によって生ずる最大応力(または最大変位)}}{\text{圧力 } p_m \text{ が静的に継続して作用したときに生ずべき応力(または変位)}}$$

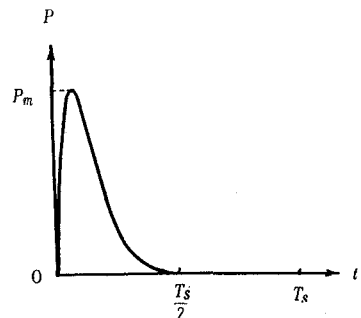
であって、その値は計算の結果 図—2 のようになる。これによれば、衝撃係数は爆圧周期 T_s と構造物の固有振動周期との比によって定まるものであって、急激な爆圧に対しては衝撃係数は 1 以下であるが、爆圧の継続時間が大となるに従い衝撃係数も大となり、固有振動周期の 3,4 倍の爆圧周期のとき最大衝撃効果を生じて 1.9 程度の係数を示す。また、爆圧が緩慢になると衝撃効果は減じ、限界においては静圧となり、従って衝撃係数は 1 となることが認められる。

特に注目されることは、 $T_s/T_0 \leq 1$ の範囲においては、衝撃係数が T_s/T_0 に比例する点である。すなわち

$$\phi \propto T_s/T_0 \dots\dots\dots (3)$$

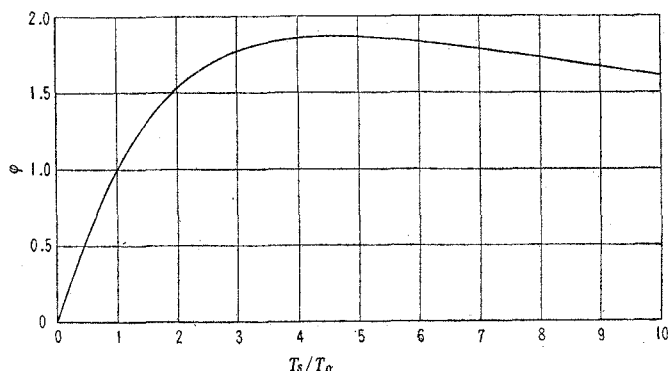
このことから、一定の構造物に対し（従って T_0 を一定とし）、爆圧時間 T_s （すなわち T_s/T_0 の比の値）が漸

図—1 爆圧曲線



次変化する場合には、その効果は作用時間に比例することがわかる。一方、効果が爆圧の大きさ p_m にも比例することを考え合わせると、結局両者の相乗積すなわち力積に比例することが認められる。このことより瞬間的爆圧による構造物の応力または変形は爆圧の力積に比例することが認められ、いわゆる力積破壊の理論といわれる。

図-2 衝撃係数



2. 力積理論による波圧のとり方

前報に記述したように、実際の設計に当って砕波の衝撃圧の最大値 (p_m) の推定は一般に困難であるが、入射力積 (I) の値の推定はかなりの程度に可能である場合が多い。そこで、入射力積の値を知って、壁体の特性に応じた圧力のとり方について考えてみる。(1) 式で表わされるような衝撃についての p_m と I との関係を求めるために (1) 式の両辺を t で積分して I を求めると

$$I = \frac{T_s}{10\pi K} (1 - e^{-4\pi}) \cdot p_m$$

従って

$$p_m = \frac{10\pi K}{1 - e^{-4\pi}} \cdot \frac{I}{T_s} \quad \therefore p_m = 5.56 \frac{I}{T_s} \quad \dots\dots\dots (4)$$

図-2 によれば、 T_s/T_0 の比の値が 2 程度より小さな範囲では、このような最大値をもった衝撃による構造物の変位 (または応力) は、つぎの静圧力がかかる場合と近似的に同じである：

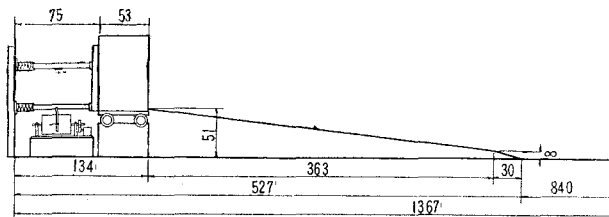
$$p_{st} = p_m \cdot \frac{T_s}{T_0} = 5.56 \frac{I}{T_s} \cdot \frac{T_s}{T_0} = 5.56 \frac{I}{T_0} \quad \dots\dots\dots (5)$$

従って、このような等価静圧と通常の静圧との組合わせにより砕波の波圧公式の提案を試みる。

3. 実 験

壁体の移動を考慮した場合の波圧についての実験装置として、図-3 のような壁体を製作し実験中である。

図-3 壁体に関する実験装置 (数字単位 cm)



付 記 本研究は波力の研究に関する昭和 34 年度文部省試験研究費 (主任研究者 永井荘七郎教授) の補助によりなされているものであり、深甚なる謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 林 泰造・服部昌太郎：孤立波の砕波とその波圧について、土木学会第 3 回海岸工学講演会講演集，昭和 31 年 11 月，pp. 37-48.
- 2) 林 泰造・服部昌太郎：砕波の波圧について，土木学会第 4 回海岸工学講演会講演集，昭和 32 年 11 月，pp. 15-24.
- 3) 林 泰造・服部昌太郎・林 憲吉：砕波の波圧と力積，土木学会第 5 回海岸工学講演会講演集，昭和 33 年 11 月，pp. 21-27.
- 4) 武藤 清：爆圧による構造物の弾性振動について，建築学会大会論文集，昭和 15 年 4 月，pp. 347-355.
- 5) 武藤 清：力積破壊の世界，建築学会大会論文集，昭和 16 年 4 月，pp. 246-251.